

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-165342
 (43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

(21)Application number : 10-336106

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

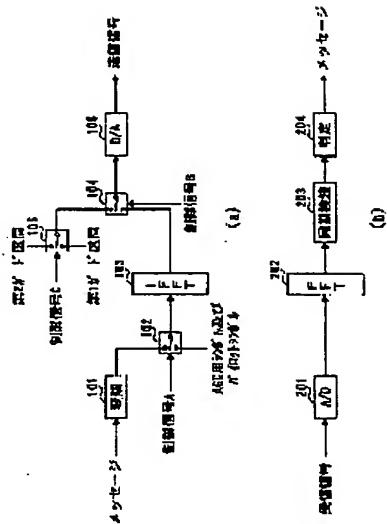
(22)Date of filing : 26.11.1998

(72)Inventor : SUDO HIROAKI

(54) OFDM COMMUNICATION UNIT AND OFDM COMMUNICATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance symbol timing detection accuracy, frequency offset detection accuracy and transmission line estimate accuracy without almost decreasing a transmission efficiency in OFDM communication.
SOLUTION: A control signal C is applied to a changeover switch 105 to apply changeover control thereto so as to set a guard period preceding to a message differently in length from a guard period preceding to a pilot symbol, and a control signal B is given to a changeover switch 104, which receives changeover control to insert a signal corresponding to respective guard periods to a transmission signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-165342

(P2000-165342A)

(43)公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

テーマコード(参考)

Z 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L. (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平10-336106

(22)出願日

平成10年11月26日 (1998.11.26)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 須藤 浩章

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号
松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100105050

弁理士 鶴田 公一

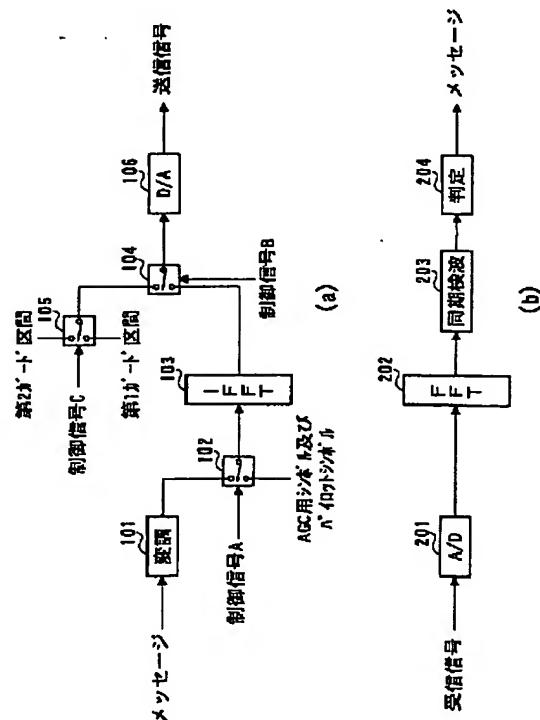
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD18 DD19 DD23 DD33

(54)【発明の名称】 OFDM通信装置及びOFDM通信方法

(57)【要約】

【課題】 OFDM通信にて、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させる。

【解決手段】 制御信号Cにて切替スイッチ105を切替制御することにより、メッセージの前のガード区間とパイロットシンボルの前のガード区間との長さを異ならせて設定し、制御信号Bにて切替スイッチ104を切替制御することにより、それぞれのガード区間に応する信号を送信信号に挿入する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 メッセージにパイロットシンボルを挿入する挿入手段と、この挿入手段の出力に対して逆フーリエ変換を行う逆フーリエ変換手段と、メッセージの前とパイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さをそれぞれ制御するガード区間制御手段と、前記逆フーリエ変換手段の出力に対して前記ガード区間制御手段にて長さを制御されたガード区間を設けるガード区間設定手段と、を具備することを特徴とするO F D M通信装置。

【請求項2】 ガード区間制御手段は、回線品質の善し悪しに基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御することを特徴とする請求項1記載のO F D M通信装置。

【請求項3】 回線品質の善し悪しに基づいて、パイロットシンボル及びパイロットシンボルの前に設けるガード区間の振幅を制御する第1增幅手段を具備することを特徴とする請求項2記載のO F D M通信装置。

【請求項4】 ガード区間制御手段は、回線品質の平均値の善し悪しに基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御することを特徴とする請求項1記載のO F D M通信装置。

【請求項5】 回線品質の平均値の善し悪しに基づいて、パイロットシンボル及びパイロットシンボルの前に設けるガード区間の振幅を制御する第2增幅手段を具備することを特徴とする請求項4記載のO F D M通信装置。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のO F D M通信装置を搭載することを特徴とする基地局装置。

【請求項7】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のO F D M通信装置を搭載することを特徴とする通信端末装置。

【請求項8】 メッセージの前に2つのパイロットシンボルを挿入して逆フーリエ変換を行った信号のメッセージの前と各パイロットシンボルの前に設け、各パイロットシンボルの前に設けるガード区間をメッセージの前に設けるガード区間よりも長くすることを特徴とするO F D M通信方法。

【請求項9】 2つのパイロットシンボル間にはガード区間を設けないことを特徴とする請求項8記載のO F D M通信方法。

【請求項10】 間欠であるメッセージにパイロットシンボル及びガード区間を埋め、このガード区間をメッセージの前に設けるガード区間よりも長くすることを特徴とする請求項8又は請求項9記載のO F D M通信方法。

【請求項11】 回線品質が悪いと判定された場合に、パイロットシンボルの前に設けるガード区間を長くすることを特徴とする請求項8から請求項10のいずれかに記載のO F D M通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、O F D M方式を用いたディジタル無線通信システムの通信機器に使用するO F D M通信装置及びO F D M通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ディジタル無線通信システムにおいて、マルチキャリアディジタル変調方式の一種で、ノイズやマルチパス妨害に強いO F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing:直交周波数分割多重) 方式の採用が検討されている。

【0003】以下、従来のO F D M通信装置の信号処理について、図面を用いて説明する。図8は、従来のO F D M通信装置の構成を示すブロック図である。図8(a)は送信側を示し、図8(b)は受信側を示す。

【0004】まず、送信側において、メッセージは、変調回路1 1にて変調された後、制御信号Aによる切替スイッチ1 2の切替制御により、送信側及び受信側で既知であるA G C (Automatic Gain Control:自動利得制御) 用シンボル及び同期獲得用のパイロットシンボルを挿入され、I F F T変換回路1 3にて逆高速フーリエ変換 (Inverse Fast Fourier Transform) される。

【0005】そして、逆高速フーリエ変換された送信信号は、制御信号Bによる切替スイッチ1 4の切替制御により、メッセージの前及びパイロットシンボルの前にガード区間が設けられ、D/A変換回路1 5にてアナログに変換され、増幅された後にアンテナから無線送信される。

【0006】また、受信側において、受信信号は、A G Cシンボルを用いて自動利得制御された後、A/D変換回路2 1にてデジタルに変換され、F F T変換回路2 2にて高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform) され、同期検波器2 3にて、パイロットシンボルを用いてフェージングによる位相変動、振幅変動を除去されることにより同期検波され、判定回路2 4にて2値化判定により復調され、メッセージが取り出される。

【0007】図9に従来のO F D M通信装置における送信信号のフレーム構成図を示す。図9に示すように、O F D M通信装置は、メッセージ3 1の前にA G C用シンボル3 2及び2つのパイロットシンボル3 3を挿入する。

【0008】そして、メッセージの前にメッセージの最後部と同じ波形の信号を付加したガード区間3 4を設け、パイロットシンボル3 3の前にパイロットシンボル3 3の最後部と同じ波形の信号を付加したガード区間3 5を設ける。ガード区間を設けることにより、ガード区間より短い遅延時間の遅延波を受信側のF F T処理で除去することができる。

【0009】従来のO F D M通信装置は、ガード区間挿入の制御を1つの制御信号で行っているため、パイロットシンボルの前のガード区間とメッセージの前のガード

区間とが同じ長さとなる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ここで、パイロットシンボルの前のガード区間が短いと、マルチバス環境下において生じるA G C用シンボルとパイロットシンボルとの間の符号間干渉を十分に除去できず、フェージング歪検出精度が劣化して、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度が悪くなる。一方、メッセージの前のガード区間が長いと伝送効率が低下する。

【0011】しかしながら、従来のO F D M通信装置は、メッセージの前のガード区間とパイロットシンボルの前のガード区間とが同じ長さであるため、伝送効率を低下させずに伝送路推定精度を向上させることができない。

【0012】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させることができるO F D M通信装置及びO F D M通信方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、メッセージの前のガード区間とパイロットシンボルの前のガード区間との長さを異ならせて設定し、それぞれのガード区間に応する信号を送信信号に挿入する。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様に係るO F D M通信装置は、メッセージにパイロットシンボルを挿入する挿入手段と、この挿入手段の出力に対して逆フーリエ変換を行う逆フーリエ変換手段と、メッセージの前とパイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さをそれぞれ制御するガード区間制御手段と、前記逆フーリエ変換手段の出力に対して前記ガード区間制御手段にて長さを制御されたガード区間を設けるガード区間設定手段と、を具備する構成を採る。

【0015】この構成により、パイロットシンボルの前に設けるガード区間をメッセージの前に設けるガード区間より長くすることができるため、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させることができる。

【0016】本発明の第2の態様は、第1の態様において、ガード区間制御手段は、回線品質の善し悪しに基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御する構成を採る。

【0017】この構成により、回線品質に基づいてパイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを可変制御することができるため、回線品質が良い場合はガード区間を短くして伝送効率の向上を図り、回線品質が悪い場合はガード区間を長くしてシンボルタイミング検出精

度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上を図ることができ、結果として、伝送効率の向上と、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上の両立を図ることができる。

【0018】本発明の第3の態様は、第2の態様のO F D M通信装置において、回線品質の善し悪しに基づいて、パイロットシンボル及びパイロットシンボルの前に設けるガード区間の振幅を制御する第1增幅手段を具備する構成を採る。

【0019】この構成により、回線品質に基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御するとともに、A G C用シンボル及びパイロットシンボルの振幅の制御を行うことができるので、さらに、伝送効率の向上と、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上の両立を図ることができる。

【0020】本発明の第4の態様は、第1の態様のO F D M通信装置において、ガード区間制御手段は、回線品質の平均値の善し悪しに基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御する構成を採る。

【0021】この構成により、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さの制御を回線品質の平均値に基づいて行うことができるので、さらに、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを適応的に制御することができる。

【0022】本発明の第5の態様は、第4の態様のO F D M通信装置において、回線品質の平均値の善し悪しに基づいて、パイロットシンボル及びパイロットシンボルの前に設けるガード区間の振幅を制御する第2增幅手段を具備する構成を採る。

【0023】この構成により、回線品質の平均値に基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御するとともに、A G C用シンボル及びパイロットシンボルの振幅の制御を行うことができるので、さらに、伝送効率の向上と、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上の両立を図ることができる。

【0024】本発明の第6の態様に係る基地局装置は、第1から第5のいずれかの態様のO F D M通信装置を搭載する構成を採る。本発明の第7の態様に係る通信端末装置は、第1から第5のいずれかの態様のO F D M通信装置を搭載する構成を採る。

【0025】この構成により、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させるO F D M方式の無線通信を行うことができる。

【0026】本発明の第8の態様に係るO F D M通信方法は、メッセージの前に2つのパイロットシンボルを挿入して逆フーリエ変換を行った信号のメッセージの前と

パイロットシンボルの前にガード区間を設け、パイロットシンボルの前に設けるガード区間をメッセージの前に設けるガード区間よりも長くする方法を探る。

【0027】この方法により、パイロットシンボルの前に設けるガード区間をメッセージの前に設けるガード区間よりも長くすることができるため、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させることができる。

【0028】本発明の第9の態様は、第8の態様のOFDM通信方法において、2つのパイロットシンボル間にガード区間を設けない方法を探る。

【0029】この方法により、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を維持して、伝送効率を向上させることができる。

【0030】本発明の第10の態様は、第8又は第9の態様のOFDM通信方法において、間欠であるメッセージにパイロットシンボル及びガード区間を埋め、このガード区間をメッセージの前に設けるガード区間よりも長くする方法を探る。

【0031】この方法により、メッセージが間欠である場合に、パイロットシンボル及びガード区間を埋めることにより、同期検波において、残留の周波数オフセットが累積して位相回転量が大きくなることを防ぐことができる。

【0032】本発明の第11の態様は、第8から第10のいずれかの態様のOFDM通信方法において、回線品質が悪いと判定された場合に、パイロットシンボルの前に設けるガード区間を長くする方法を探る。

【0033】この方法により、回線品質に基づいてパイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを可変制御することができるため、回線品質が良い場合はガード区間を短くして伝送効率の向上を図り、回線品質が悪い場合はガード区間を長くしてシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上の両立を図ることができる。

【0034】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0035】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図1(a)は送信側を示し、図1(b)は受信側を示す。

【0036】変調回路101は、ディジタルのメッセージに対して、QPSK等の変調を行う。切替スイッチ102は、制御信号Aの制御に基づいて、メッセージにAGC用シンボル及びパイロットシンボルを挿入する。IFFT変換回路103は、切替スイッチ102の出力信

号に対して、逆高速フーリエ変換処理を行う。

【0037】切替スイッチ104は、制御信号Bの制御に基づいて、メッセージの前とパイロットシンボルの前にそれぞれガード区間を設ける。切替スイッチ105は、制御信号Cの制御に基づいて、メッセージの前に設ける第1ガード区間と、パイロットシンボルの前に設ける第2ガード区間との長さを異ならせる。D/A変換回路106は、切替スイッチ104の出力信号をアナログに変換する。

【0038】A/D変換回路201は、アナログの受信信号をデジタルに変換する。FFT変換回路202は、A/D変換回路201の出力信号に対して高速フーリエ変換を行う。

【0039】同期検波器203は、FFT変換回路202の出力信号に含まれるパイロットシンボルを用いてフェージングによる位相変動、振幅変動を除去し、同期検波を行う。判定回路204は、同期検波器203の出力信号を2値化判定して復調し、メッセージを取り出す。

【0040】次に、実施の形態1に係るOFDM通信装置における信号の流れについて、図1を用いて説明する。

【0041】まず、送信側において、メッセージは、変調回路101にて変調された後、制御信号Aによる切替スイッチ102の切替制御により、送信側及び受信側で既知であるAGC(Automatic Gain Control: 自動利得制御)用シンボル及び同期獲得用のパイロットシンボルを挿入され、IFFT変換回路103にて逆高速フーリエ変換される。

【0042】そして、逆高速フーリエ変換された信号は、制御信号Bによる切替スイッチ104の切替制御により、メッセージの前及びパイロットシンボルの前にガード区間が設けられる。制御信号Cによる切替スイッチ105の切替制御により、メッセージの前の第1ガード区間とパイロットシンボルの前の第2ガード区間とは長さが異なる。

【0043】切替スイッチ104の出力信号は、D/A変換回路106にてアナログに変換され、増幅された後にアンテナから無線送信される。

【0044】また、受信側において、受信信号は、AGCシンボルを用いて自動利得制御された後、A/D変換回路201にてデジタルに変換され、FFT変換回路202にて高速フーリエ変換され、同期検波器203にて、パイロットシンボルを用いてフェージングによる位相変動、振幅変動を除去されることにより同期検波され、判定回路204にて2値化判定により復調され、メッセージが取り出される。

【0045】図2に実施の形態1に係るOFDM通信装置における送信信号のフレーム構成図を示す。

【0046】図2に示すように、実施の形態1に係るOFDM通信装置は、メッセージ301の前にAGC用シ

ンボル302及び2つのパイロットシンボル303を挿入する。

【0047】そして、メッセージの前にメッセージの最後部と同じ波形の信号を附加した第1ガード区間304を設け、パイロットシンボル303の前にパイロットシンボル303の最後部と同じ波形の信号を附加した第2ガード区間305を設ける。ガード区間を設けることにより、ガード区間より短い遅延時間の遅延波を受信側のFFT処理で除去することができる。

【0048】ここで、実施の形態1に係るOFDM通信装置では、制御信号Cによる切替スイッチ105の切替制御により、第1ガード区間304の長さと第2ガード区間305の長さとを異ならせることができる。

【0049】これにより、パイロットシンボルの前に設ける第2ガード区間をメッセージの前に設ける第1ガード区間より長くすることができるため、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させることができる。

【0050】また、図3の送信信号のフレーム構成図に示すように、制御信号Bによる切替スイッチ104の切替制御により、パイロットシンボル間にガード区間を設けないこともできる。

【0051】これにより、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を維持して、伝送効率を向上させることができる。

【0052】また、図4の送信信号のフレーム構成図に示すように、メッセージが間欠(バースト)である場合に、制御信号Aによる切替スイッチ103の切替制御及び制御信号Bによる切替スイッチ104の切替制御により、メッセージが存在しない部分にパイロットシンボルを挿入し、挿入したパイロットシンボルの前に第2ガード区間を設けることもできる。

【0053】このように、メッセージが間欠(バースト)である場合に、パイロットシンボル及びガード区間を埋めることにより、同期検波において、残留の周波数オフセットが累積して位相回転量が大きくなることを防ぐことができる。

【0054】(実施の形態2)図5は、実施の形態2におけるOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。なお、図5に示すOFDM通信装置において、図1に示すOFDM通信装置と共に構成部分については、図1と同一符号を付して説明を省略する。

【0055】図5に示すOFDM通信装置は、図1のOFDM通信装置に対して、送信側に切替スイッチ401を追加し、受信側にディジタル減算器451と、絶対値検出器452と、判定回路453とを追加した構成を採る。また、送信側において、パイロットシンボルの前に設けるガード区間として、第2ガード区間に加えて、第2ガード区間よりも長い第3ガード区間の2種類を用意

する。

【0056】切替スイッチ401は、回線品質情報の制御により、回線品質が良い場合には第2ガード区間を、回線品質が悪い場合には第3ガード区間を切替スイッチ105に出力する。

【0057】切替スイッチ105は、制御信号Cの制御に基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間として、切替スイッチ401から出力された第2ガード区間又は第3ガード区間のいづれかを切替スイッチ104に出力する。

【0058】ディジタル減算器451は、同期検波回路203の出力から判定回路204により2値化された信号を減算する。絶対値検出器452は、ディジタル減算器451の出力の絶対値を検出する。判定回路453は、絶対値検出器452の出力が予め設定された閾値より大きいか否かにより、回線品質の善し悪しを決定する。

【0059】このように、回線品質に基づいてパイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを可変制御することにより、回線品質が良い場合はガード区間を短くして伝送効率の向上を図り、回線品質が悪い場合はガード区間を長くしてシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上を図ることができ、結果として、伝送効率の向上と、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上の両立を図ることができる。

【0060】(実施の形態3)図6は、実施の形態3におけるOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。なお、図6に示すOFDM通信装置において、図5に示すOFDM通信装置と共に構成部分については、図5と同一符号を付して説明を省略する。

【0061】図6に示すOFDM通信装置は、図5のOFDM通信装置に対して、送信側に平均化回路501を追加した構成を採る。なお、実施の形態3におけるOFDM通信装置の受信側は、図5のOFDM通信装置と同一なので省略する。

【0062】平均化回路501は、回線品質情報の平均値を算出する。切替スイッチ401は、回線品質情報の平均値の制御により、回線品質が良い場合には第2ガード区間を、回線品質が悪い場合には第3ガード区間を切替スイッチ105に出力する。

【0063】このように、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さの制御を回線品質の平均値に基づいて行うことにより、実施の形態2よりもさらに、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを適応的に制御することができる。

【0064】(実施の形態4)図7は、実施の形態4におけるOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。なお、図7に示すOFDM通信装置において、図5に示すOFDM通信装置と共に構成部分について

は、図5と同一符号を付して説明を省略する。

【0065】図7に示すO F D M通信装置は、図5のO F D M通信装置に対して、送信側に増幅器601を追加した構成を探る。なお、実施の形態3におけるO F D M通信装置の受信側は、図5のO F D M通信装置と同一なので省略する。

【0066】増幅器601は、回線品質情報の制御により、回線品質が悪い場合にA G C用シンボル及びパイロットシンボルの振幅を増幅する。

【0067】このように、回線品質に基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さを制御するとともに、A G C用シンボル及びパイロットシンボルの振幅の制御を行うことにより、実施の形態2よりもさらに、伝送効率の向上と、シンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度の向上の両立を図ることができる。

【0068】なお、実施の形態4は、実施の形態3と組み合わせることができる。すなわち、回線品質の平均値に基づいて、パイロットシンボルの前に設けるガード区間の長さと、A G C用シンボル及びパイロットシンボルの振幅の制御を行うことができる。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のO F D M通信装置及びO F D M通信方法によれば、メッセージの前のガード区間とパイロットシンボルの前のガード区間との長さを異ならせて設定し、それぞれのガード区間に応する信号を送信信号に挿入することにより、伝送効率をほとんど低下させずにシンボルタイミング検出精度、周波数オフセット量検出精度及び伝送路推定精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るO F D M通信装置

【図2】



の構成を示すブロック図

【図2】上記実施の形態に係るO F D M通信装置の送信信号の第1フレーム構成図

【図3】上記実施の形態に係るO F D M通信装置の送信信号の第2フレーム構成図

【図4】上記実施の形態に係るO F D M通信装置の送信信号の第3フレーム構成図

【図5】本発明の実施の形態2に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図

【図6】本発明の実施の形態3に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図

【図7】本発明の実施の形態4に係るO F D M通信装置の構成を示すブロック図

【図8】従来におけるO F D M通信装置の構成を示すブロック図

【図9】従来におけるO F D M通信装置の送信信号のフレーム構成図

【符号の説明】

101 変調回路

102 切替スイッチ

103 I F F T 変換回路

104 切替スイッチ

105 切替スイッチ

106 D/A 変換回路

201 A/D 変換回路

202 F F T 変換回路

203 同期検波器

204 判定回路

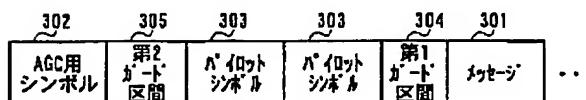
401 切替スイッチ

453 判定回路

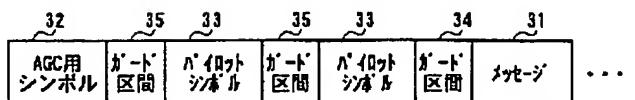
501 平均化回路

601 増幅器

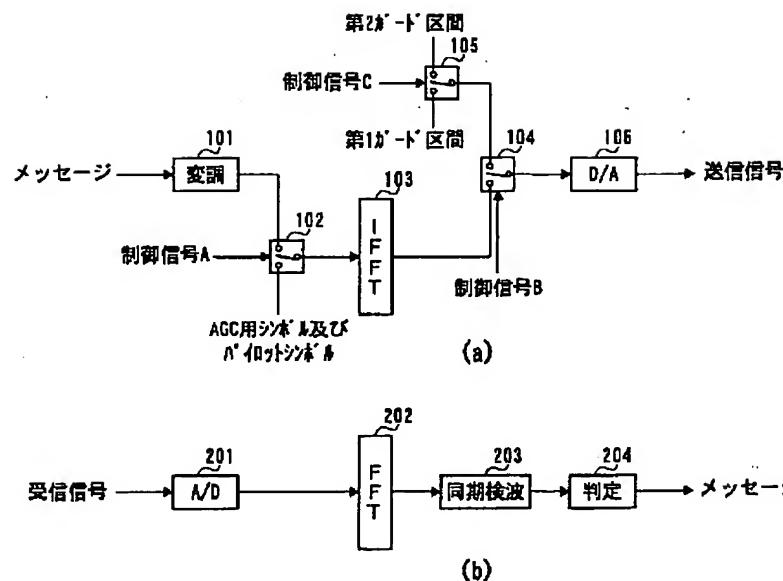
【図3】



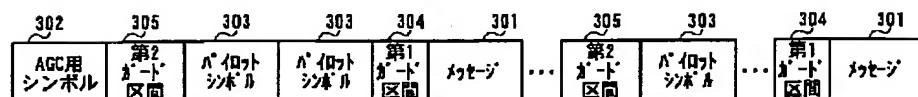
【図9】



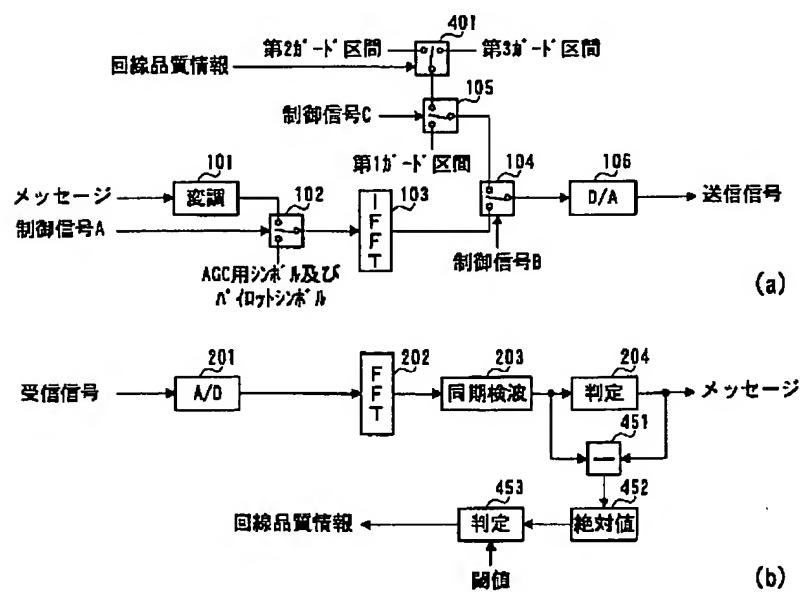
【図1】



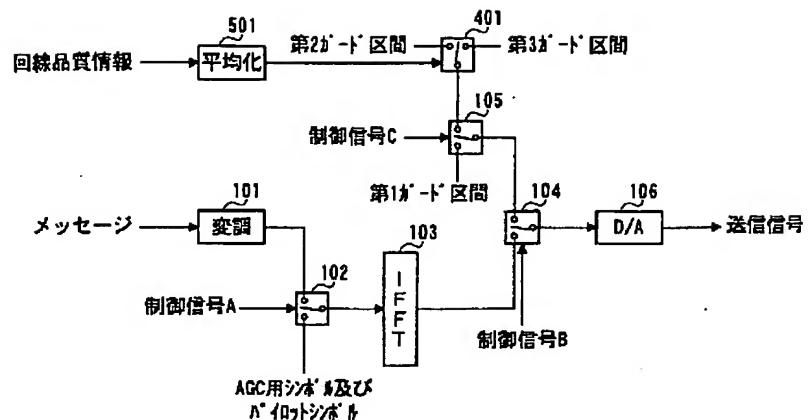
【図4】



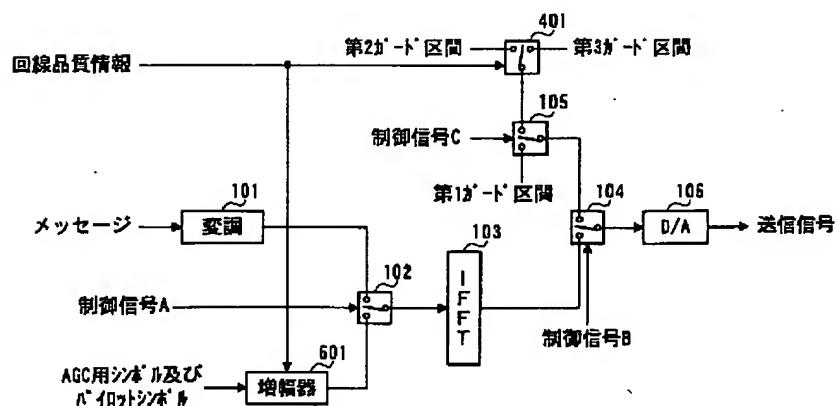
【図5】



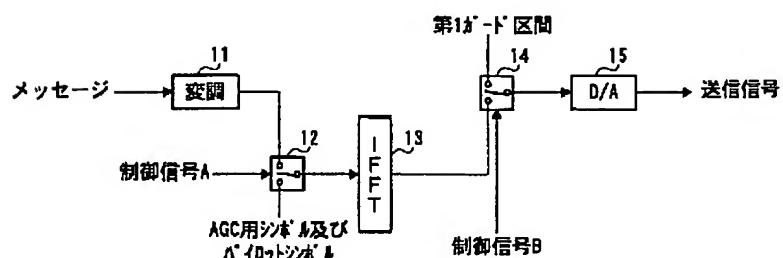
【图6】



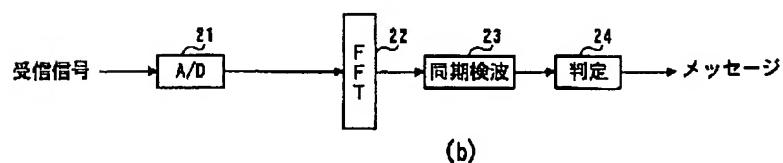
【図7】



(図 8)



(a)



(b)